

Estudio de la adaptación de asignaturas de redes de computadores al sistema europeo de créditos

Francisco Ortiz, Pablo Gil, Amador Belmonte, Miguel Baquero
Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal
Universidad de Alicante
Ap. Correos 99, 03080 Alicante

Resumen

En esta memoria se presenta un estudio sobre la adaptación de las asignaturas de redes de computadores de las Ingenierías Técnicas en Informática y Telecomunicaciones al nuevo espacio europeo de educación superior y créditos ECTS. El estudio abarca diferentes aspectos docentes de la asignatura como objetivos, prerequisites, contenidos, planificación horaria y el modelo de enseñanza aprendizaje elegido en concordancia con el sistema ECTS. El trabajo realizado conforma la primera guía docente válida para la asignatura.

0. Introducción y motivación

En el marco del programa de Redes de Formación e Investigación Docente del Vicerrectorado de Convergencia Europea y Calidad de la Universidad de Alicante para la adaptación de la docencia universitaria al nuevo sistema europeo de créditos ECTS, se presenta un diseño de guía docente para las asignaturas de Redes de Computadores de las Ingenierías Técnicas en Informática e Ingeniería Técnica de Telecomunicación (especialidad en Sonido e Imagen).

El nuevo sistema europeo de transferencia y acumulación de créditos ECTS (European Credit Transfer and Accumulation System) surgió hace unos cinco años en la denominada Declaración de Bolonia (1999) y en el comunicado de Praga (2001) de los estados de la Unión Europea, para lograr unos objetivos marcados claros y específicos:

“En aras de una mayor flexibilidad en los procesos de aprendizaje y cualificación, es preciso adoptar una bases comunes para las titulaciones, basadas en un sistema de créditos como el ECTS u otro sistema similar compatible con él, que permita que los créditos sean transferibles y acumulables. Estas medidas, junto con los mecanismos de control de calidad mutuamente reconocidos, facilitarán el acceso de los estudiantes al mundo laboral europeo y más compatible, atractiva y competitiva la educación superior europea.”

En este punto, el conjunto de profesores que formamos esta red de investigación consideramos este proyecto muy interesante para mejorar y adaptar la enseñanza a un único esquema docente válido en toda la Unión Europea. Los cambios siempre son buenos cuando pretenden igualar los sistemas de enseñanza con otros que funcionan bien, ahora bien, ¿Es nuestro sistema universitario peor que el que se pretende introducir? es una reflexión interesante, pues la respuesta es afirmativa en algunos casos pero negativa en otros.

Si los ECTS pretenden promover otro sistema de enseñanza – aprendizaje deberán tener en cuenta las particularidades de los sistemas universitarios actuales en cada país de la Unión Europea, por lo que todas las iniciativas planteadas para abordar con antelación la nueva docencia ECTS son muy positivas y felicitamos desde estas líneas al Instituto de Ciencias de la Educación de Alicante (ICE) por poner en marcha este proyecto. No obstante, creemos desde nuestro punto de vista que el proceso de cambio a ECTS está olvidando la situación del docente español. Dejando a un margen cuestiones económicas, ¿podrá un profesor español dedicar mayor tiempo al estudiante que el que dedica ahora? Sinceramente pensamos que no, salvo que se distinga claramente la figura de “investigador” de la de “profesor” que, con este nuevo sistema, va a tener que centrar su actividad en el seguimiento de los alumnos, tanto dentro como fuera del aula.

1. Contextualización

El sistema europeo de transferencia y acumulación de créditos ECTS es un sistema centrado en el estudiante, que se basa en la carga de trabajo del alumno necesaria para la consecución de los objetivos de un programa. Estos objetivos se especifican preferiblemente en términos de los resultados de aprendizaje y de las competencias que se han de adquirir.

Con las consideraciones anteriores, podemos afirmar que el crédito europeo abarca no sólo las horas dedicadas a impartir la docencia teórica o práctica de una asignatura, sino además todas aquellas actividades que el estudiante debe realizar para alcanzar los objetivos formativos propios de cada una de las materias del plan de estudios; por lo tanto, estarán incluidas en este cómputo las clases lectivas, las horas de estudio, las dedicadas a la realización de seminarios, trabajos y proyectos para la preparación de exámenes.

Tomando como módulo el recomendado por la Comisión Europea y el Ministerio de Educación de 25 a 30 horas/crédito, formarán parte del mismo el crédito actual (diez horas = asistencia a clase) y el resto para las actividades complementarias comentadas anteriormente. Por tanto, la asistencia a clase queda reducida a menos del 50% de las horas del crédito.

La descripción de las asignaturas actuales para las que se va a realizar el diseño de la guía docente que permitirá su adaptación al sistema europeo de créditos se presenta a continuación:

Denominación actual	Código actual	Tipo	Curso	Anual/Cuat	Créditos actuales	Créditos ECTS	Profesor responsable
REDES	9292	Obligatoria	3	Cuat.	7,5	10	F. Ortiz
REDES	9359	Troncal	3	Cuat.	7,5	10	P. Gil
REDES DE ORDENADORES	7056	Optativa	3	Cuat.	7,5.	10	F. Ortiz

Tabla 1. Detalles de las asignaturas objeto de estudio

1.1 Perfil de los créditos de la materia

Los computadores hoy en día están presentes en la mayoría de las facetas de la vida cotidiana: en casa, en la oficina, en los bancos, en los colegios, en la industria, etc. Sin embargo, aunque muchas de las tareas a realizar por ellos pueden hacerlas de forma independiente, para otras necesitan del intercambio de información con otros computadores.

Conforme han ido creciendo la variedad y el refinamiento de los computadores, la demanda de redes capaces de transportar la información y el conocimiento generados también lo han hecho. Es decir, surge la necesidad de vías que posibiliten la transmisión de datos científicos y tecnológicos, sin olvidar los de otros muchos tipos. Para atender tales exigencias, la tecnología de intercomunicación debe encontrar formas que permitan el intercambio simultáneo de información entre muchos ordenadores diferentes. Esto implica el tener en cuenta ciertos aspectos de diseño para los equipos encargados de realizar el enlace entre los computadores que se van a comunicar. En este sentido, no solo han de tenerse en cuenta aspectos relacionados con los circuitos empleados en la transmisión, sino que también deben ser considerados los requerimientos de interface para los distintos tipos de comunicación posibles entre los computadores.

El requisito fundamental para poder realizar eficazmente cualquier proceso de comunicación es la elección de un lenguaje común. La comunicación entre computadores no es una excepción, por lo que es necesaria la compartición de ciertas reglas o protocolos que permitan realizar la representación digital de la información, así como implementar los procedimientos necesarios para coordinar las vías de comunicación. Sin embargo, la configuración de cada una de las reglas se realiza en base a unas necesidades, y siempre procurando optimizar al máximo la eficacia del lenguaje elegido. En este sentido, según las distintas configuraciones que puedan darse para las redes de computadores y según las necesidades de comunicación entre ellos, surgen diversas agrupaciones funcionales de reglas, dando lugar a distintos protocolos o lenguajes de comunicación.

Una vez determinado el lenguaje de comunicación, es necesario disponer de los dispositivos adecuados que permitan su correcta implementación. Además, para el óptimo aprovechamiento de los mismos se necesita el conocimiento básico de las distintas formas y modos de trabajo, que permitan efectuar la comunicación adecuadamente. En este sentido, la ciencia de las redes de computadores adquiere un carácter interdisciplinar, al necesitar de conocimientos relativos a ingeniería de sistemas, física aplicada, teoría de la señal, etc.

Para concluir este marco conceptual relativo a los sistemas para la transmisión de datos, se puede decir que la palabra clave es la conexión, mediante la cual surge la conocida como era de las autopistas de la información.

Por tanto, se puede afirmar que la adecuación al perfil profesional y académico de la titulaciones en las que se imparten las Redes de Computadores es elevada por ser esta materia esencial en la profesión actual de los Ingenieros en Informática y también de los Ingenieros Técnicos de Telecomunicación.

1.2 Ubicación y relaciones en el plan de estudios

En las asignaturas de Redes de computadores, se ha de tener en cuenta que los alumnos recibirán por primera vez en la carrera una especificación formal de las redes de comunicación, por lo que se contemplarán multitud de conceptos teóricos relacionados teoría de la comunicación de datos sobre ordenadores. Concretándose en ofrecer al alumno una formación tecnológica sólida y actual, que le permita alcanzar la destreza y conocimientos adecuados para poder abordar con éxito los problemas particulares que se le puedan presentar en la práctica profesional. Lógicamente, para que el alumno adquiriera la formación propuesta se ha de aportar una base teórica que la sustente, a la vez que una experiencia práctica que integre y consolide los conocimientos teóricos. De esta forma se proporciona al alumno una capacidad operativa eficaz ante situaciones reales. Las asignaturas de Redes de Computadores para las que se elabora esta guía docente se imparten todas en tercer curso.

También es necesario destacar que los contenidos de la asignatura actual de “Redes” perteneciente a las Ingenierías Técnicas en Informática de Gestión o Sistemas se complementan en otra asignatura obligatoria en la Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas que se imparte en el segundo cuatrimestre del mismo curso académico y que recibe el nombre de “Sistema de Transporte de Datos” que, a su vez, es optativa para la Ingeniería Técnica en Informática de Gestión. En esta asignatura se aborda ampliamente el estudio de los sistemas y tecnologías de comunicación de red actuales, tanto locales (LAN) como globales (WAN).

2. Objetivos

En este punto se presentan los objetivos que se esperan alcanzar en la docencia de la asignatura con el nuevo sistema europeo de créditos. Los objetivos se dividen en diferentes tipos.

2.1 Objetivos basados en competencias instrumentales

2.1.1. Desde el punto de vista cognitivo

Generales:

- Proporcionar a los alumnos una visión global de la problemática asociada a las comunicaciones de datos, presentando especial atención al concepto de arquitectura de red.
- Relacionar conceptos como velocidad de transmisión y ancho de banda para poder comprender el porqué de la limitación de la velocidad en el envío de datos de los medios de transmisión actuales.
- Realizar una comparativa entre los diferentes medios de transmisión de datos utilizados en las comunicaciones de las computadoras y su uso en determinados ámbitos, así como de las distintas tecnologías y topologías usadas en la actualidad.

- Conocer las diferentes técnicas empleadas para la detección de errores, corrección de errores, garantizar robustez y fiabilidad en la comunicación.
- Conocer las técnicas para realizar un control de flujo y un encaminamiento óptimo de la información en una red de computadores.

Específicos:

- Examinar y comparar los dos modelos de referencia de redes más empleados en la actualidad, el modelo de referencia de red teórico OSI y el modelo de referencia práctico TCP/IP.
- Presentar la tecnología de red local Ethernet y comprender el enlace a otras redes, tanto locales como remotas mediante los dispositivos e interconexión.
- Conocer los diferentes formatos de tramas y paquetes que circulan en una comunicación entre computadoras.
- Configurar y direccionar subredes y redes de computadores haciendo uso del protocolo IP para que exista comunicación entre dos ordenadores en distintos lugares físicos.
- Comparar el funcionamiento de dos protocolos de transporte distintos usados en la arquitectura TCP/IP como son el UDP y el TCP.
- Familiarizar al alumno con la funcionalidad de la capa de conexiones seguras SSL y dar a conocer el mecanismo de cifrado y autenticación que se emplea en el protocolo HTTPS.

2.1.2. Desde el punto de vista de las capacidades metodológicas

En este punto se desea que el alumno observe e interprete el funcionamiento de los protocolos más usados en TCP/IP, en los niveles de enlace, de red y de transporte (Ethernet, ARP, IP y TCP/UDP) en base a la información capturada por el monitor de red.

- Aprender a capturar la información en formato de paquetes de datos que circula por una red de computadores empleando un software de monitor de red.
- Ser capaz de monitorizar una ruta geográfica que siguen los paquetes de datos a través de Internet, empleando software basado en el protocolo ICMP.
- Conocer las herramientas de red y comunicaciones que proporciona el propio sistema operativo: ping, rexec, tracert, udp, etc.
- Verificar la existencia de información cifrada en el acceso a servidores seguros.

2.1.3. Desde el punto de vista de la adquisición de destrezas tecnológicas

- Identificar y ser capaz de afrontar las distintas situaciones de error en el funcionamiento de una red de datagramas basada en protocolo IP, determinando posibles errores y aportando posibles soluciones.

- Comprobar la topología de una red local de ordenadores haciendo un seguimiento de los paquetes y datos que circulan entre dos computadores concretos.
- Evaluar el rendimiento real a nivel de la capa de transporte comparando la cadencia eficaz frente a la velocidad de transmisión del enlace de la red.
- Analizar el grado de seguridad de la información intercambiada entre dos computadoras cuando se hace uso de protocolos de cifrado y encriptación
- Ser capaz de aplicar conceptos básicos de programación de sistemas de comunicación, como son los sockets y los puertos, en el desarrollo de un sistema de comunicaciones entre dos o más máquinas haciendo uso de los conceptos y conocimientos aprendidos sobre la arquitectura TCP/IP.

2.1.4. Desde el punto de vista lingüístico

- Dar a conocer, los conceptos de redes de computadores, el concepto de protocolos, de dispositivos de interconexión y de capas y arquitecturas de red y familiarizar al alumno con el uso del lenguaje tecnológico propio del diseño de redes de computadores.
- Diferenciar los conceptos de mensajes, tramas y paquetes cuando se habla de una comunicación a través de una red de computadores.
- Familiarizar al alumno con el uso de términos como MTU, segmentación, fragmentación, LAN, WAN, MAN, etc.
- Introducir al alumno conceptos y primitivas de lenguajes de programación en el ámbito de las redes de comunicación.

2.2. Objetivos basados en competencias interpersonales

Las materias tecnológicas entre las que se engloban las redes de computadores están sometidas a continuos y profundos cambios. El alumno, por tanto, debe ser consciente de actualizar y modificar, en gran medida, algunos de los conocimientos y técnicas aprendidas, familiarizándose con las nuevas herramientas de análisis, con los nuevos dispositivos de interconexión de redes que van apareciendo en un mercado en el que continuamente aparecen nuevas tecnologías de comunicación para computadores.

Por un lado, se busca potenciar en el alumno los trabajos y prácticas individuales que les suscite la necesidad de pensar de manera autónoma, buscando aportar sus propias soluciones a distintas problemáticas. Y por otro lado, se trata también de que el alumno comprenda y entienda que los mayores desarrollos y avances tecnológicos en este campo se producen por el trabajo colaborativo y la interacción entre grupos de trabajo cooperativos sobre todo en el mundo empresarial e industrial.

Se pretende que al finalizar el curso docente el alumno sea capaz de:

- Tener las habilidades suficientes para encontrar, ordenar, analizar y seleccionar información procedente de distintas fuentes: apuntes de clase, explicaciones del profesor, información de Internet, discusión con compañeros y clases autorizadas para la realización de trabajos prácticos y resolución de problemas.
- Familiarizarse con la búsqueda y organización de la información relevante relacionada con los contenidos de la asignatura de Redes de Computadores como pueden ser los documentos RFC, descripción de arquitecturas, estándares y tecnologías emergentes.
- Aprender a sintetizar los conocimientos adquiridos priorizándolos por importancia.
- Organizar tareas para conocer prioridades y fechas límites.
- Tomar iniciativas en el desarrollo de mejoras en los trabajos prácticos de desarrollo software que se le puedan plantear en clases prácticas.
- Adaptarse a distintos modos de trabajo. De manera autónoma, sin la supervisión del profesor o experto en el área, puesto que en el ámbito laboral no siempre hay supervisión. Y también, de manera cooperativa de modo que se acostumbre a trabajar en equipo compartiendo posibles soluciones y estudiando diferentes casos en equipos de trabajo para la realización de algunas clases prácticas.

3. Prerrequisitos

Cabría hacer especial atención a dos posibles tipos de prerrequisitos en las asignaturas de Redes de Computadores, unos que denominaremos generales y cuya función está orientada a la habilidad de comunicación y de interacción entre docente y alumno en el proceso de enseñanza/aprendizaje, y otros que denominaremos específicos que agrupan conceptos, conocimientos y destrezas íntimamente relacionadas con los contenidos de la asignatura.

Las asignaturas de Redes de Computadores no presentan ningún prerrequisito específico, teniendo en cuenta que se trata de asignaturas que van a suponer la primera toma de contacto del alumno con los sistemas de comunicaciones y sistemas de interconexión de dispositivos informáticos para garantizar tal comunicación. Los contenidos básicos tratan las arquitecturas de redes de computadores y los protocolos de comunicación. Teniendo en cuenta esto, se deduce que el alumno cuando termine de cursar la asignatura dispondrá de unos conocimientos y conceptos teóricos que se verán reforzados y complementados con la observación y experimentación del funcionamiento práctico de las redes de computadores basadas en arquitectura TCP/IP.

Además, tampoco se precisan prerrequisitos generales, aunque sin necesidad de serlos, nunca está demás una cierta base matemática y física que permita la comprensión de ciertas estrategias y técnicas que se abordan en las asignaturas de Redes de Computadores. Sobre todo, en el ámbito de fenómenos físicos como interferencias, ruidos, procesado y transformación de señales, tipos y características de medios físicos, etc. Sin olvidar, nociones básicas de programación software. Estos conceptos y habilidades se adquieren en los primeros años de la

titulación cursando asignaturas como Análisis Matemático, Física o Señales y Sistemas. Asignaturas que cabe destacar son de ámbito troncal y obligatorio en las titulaciones de Ingenierías Técnicas en Informática, de modo que se garantiza en cierta medida que el alumno ya disponga de estos conocimientos cuando cursa Redes de Computadores.

4. Objetivos

4.1 Bloques de contenidos de aprendizaje

La asignaturas de Redes de Computadores han sido divididas en cinco grandes bloques temáticos. El primero de ellos denominado “Introducción”, está compuesto por dos temas. En él, se realiza una introducción al alumno en las redes de computadores. En el primer tema se presentan una serie de definiciones y conceptos básicos, y se discuten los diferentes clasificaciones de las redes. Es en este mismo tema donde se introduce el concepto de arquitectura de red, presentándose los modelos de referencia OSI y TCP/IP, claves en todo el desarrollo de la materia tanto en su parte teórica como en su vertiente práctica, por lo que se dedicará un especial esfuerzo en lograr para el alumno una definición clara y detallada de estos conceptos. Se describirán las funciones de cada uno de los niveles en los que se dividen las arquitecturas de red anteriores. Finalmente, ambos modelos son comparados.

En el segundo tema del primer bloque se analiza la formalización de los protocolos de comunicación, eje de funcionamiento de las arquitecturas de red anteriores. Se distinguen los conceptos de especificación, verificación y validación de protocolos. En relación a la especificación de protocolos se introduce al alumno a los lenguajes formales como las Máquinas de Estado Finito y las Redes de Petri. El tema concluye presentando algunos ejemplos de especificación en los lenguajes anteriores.

El segundo bloque, “Nivel físico”, compuesto de tres temas, se dedica al estudio específico del medio físico en la comunicación. Su objetivo es proporcionar al alumno conocimientos sólidos en la transmisión de datos desde un punto de vista tecnológico. Este bloque comienza con el estudio de la transmisión de señales. La representación en frecuencias de los datos proporcionada por las series de Fourier ayuda a comprender la relación entre la velocidad de transmisión y el concepto de ancho de banda. Asimismo se estudian las diferentes perturbaciones que en el medio físico pueden alterar la transmisión de los datos.

En el bloque se presentan las técnicas de señalización de la información, tanto la representación en banda base como la modulación analógica y digital. Asimismo se discute el concepto de multiplexación y se explica la diferencia entre la multiplexación por división en el tiempo y la multiplexación por división en frecuencias. Seguidamente se presentan los diferentes tipos de transmisión de la información y configuraciones de la línea de comunicación (simplex, halfduplex o duplex). Por último, en el tercer y último tema del bloque se realiza una comparativa entre los diferentes medios físicos de transmisión más empleados en la actualidad. Se diferencia básicamente entre la transmisión guiada y la transmisión inalámbrica.

El tercer bloque de la asignatura titulado “Nivel de enlace” describe las funcionalidades de la capa de enlace dentro del modelo de referencia OSI. En particular, se presentan los servicios proporcionados por el nivel de enlace a los niveles superiores. Es ya en este nivel del modelo OSI donde la información que se transmite entre las computadoras es estructurada en un formato interpretable denominado trama. Se discute el direccionamiento a nivel de enlace de la trama, así como el importante mecanismo de la fragmentación con la que se logra que la información procedente de niveles superiores pueda ser encapsulada en las tramas.

En el estudio del nivel de enlace se presenta también el primer control de errores que se realiza en la arquitectura OSI, el correspondiente al enlace físico. Se discute tanto la detección como la posible corrección del error con diferentes métodos o algoritmos (Hamming, CRC, etc) . El bloque continúa con el estudio de las técnicas del control del flujo de datos en la capa de enlace. En concreto, se presentan los protocolos de parada y espera, y de ventana deslizante, así como sus diferentes variaciones. Una vez queda definido el rendimiento de los protocolos anteriores y el concepto de cadencia eficaz, el bloque finaliza con la descripción de los dos protocolos más importantes de comunicación del nivel de enlace, el protocolo PPP y en especial el HDLC, por ser el más empleado en la actualidad.

En el cuarto bloque, denominado “Nivel de red”, se analiza minuciosamente el funcionamiento del tercer nivel y cuarto nivel del modelo de referencia OSI. En el primer tema de los tres que componen este bloque se describen todos los servicios que proporciona el nivel de red a las capas superiores del modelo de referencia y se describe en detalle el proceso de encaminamiento de información que, en este nivel, se encuentra estructurada en secuencias conocidas como paquetes o datagramas. También se enfatiza la diferencia del direccionamiento existente en este nivel (direccionamiento software) con el que se emplea en el nivel de enlace (direccionamiento hardware). En cuanto al envío de la información por Internet se discute el uso de las redes basadas en conmutación de circuitos y las redes basadas en la conmutación de paquetes. En el segundo tema del bloque se analizan las diferentes estrategias de encaminamiento de la información de los dispositivos de interconexión que operan en el nivel de red, los encaminadores. Asimismo, se analiza la problemática de la congestión de las redes de comunicación presentando algunos algoritmos que controlan dicha congestión.

La asignatura concluye con un quinto bloque titulado “Niveles superiores”. Este bloque está constituido por dos temas. El primero de ellos se dedica al estudio del nivel de transporte del modelo OSI. Se analizan los servicios proporcionados por el nivel de transporte a las capas superiores, diferenciando entre un servicio orientado a conexión y un servicio no orientado a conexión. Se describirán las funciones de un protocolo de transporte orientado a conexión cuando éste se implementa sobre una red fiable y sobre una red que no fiable. Se comprobará como la complejidad del protocolo aumenta cuando el servicio de la red subyacente no es seguro, al tener que tratar situaciones anómalas como la pérdida o duplicidad de información no controladas en el nivel de red utilizado.

Por último, el segundo tema del bloque se dedica a describir las funciones del resto de niveles de la arquitectura OSI. Entre estas funciones se destaca el concepto de seguridad de la red. Se

repasan los diferentes niveles de seguridad en una red de comunicaciones, dedicando especial atención a la seguridad en el canal de datos, proporcionada por los métodos de criptografía y en la seguridad en el acceso, como es la firma digital.

Cada uno de los bloques presentados, se ha dividido en varios temas resultando finalmente un total de once unidades temáticas. A continuación se muestran en mayor detalle cada uno de ellos, en lo que constituye el temario de la asignatura.

4.2 Temas o unidades de contenido

- Bloque I. Tema 1. Introducción a las Redes de Computadores
 1. Definiciones y conceptos básicos.
 2. Objetivos de las redes.
 3. Tipos de redes y topología.
 4. Arquitectura de red.
 - 4.1. Servicios y protocolos. Unidades de transferencia de información.
 - 4.2. Tipos de servicios.
 - 4.3. Primitivas de servicio.
 5. Modelo de referencia OSI de ISO.
 6. Modelo de referencia TCP/IP.
 7. Comparación de modelos.

- Bloque I. Tema 2. Protocolos de Comunicación. Especificación y Validación
 1. Introducción.
 - 1.1. Especificación de protocolos frente a validación y verificación.
 2. Especificación formal e informal.
 3. Máquinas de Estado Finito.
 - 3.1. Definiciones.
 - 3.2. Ejemplos.
 4. Redes de Petri.
 - 4.1. Definiciones.
 - 4.2. Ejemplos.
 5. Otros lenguajes de especificación.

- Bloque II. Tema 3. Transmisión de señales
 1. Introducción. Funciones de la capa física.
 2. Fundamentos teóricos de la transmisión.
 3. Características del canal de transmisión.
 - 3.1. Velocidad de transmisión y velocidad de modulación.
 - 3.2. Ancho de banda.
 4. Perturbaciones en la transmisión.
 - 4.1. Atenuación.
 - 4.2. Ruido.
 - 4.3. Distorsión de retardo.

- Bloque II. Tema 4. Codificación de la Información

1. Introducción.
2. Señalización en banda base. Datos digitales, señales digitales.
3. Señalización en banda modulada.
 - 3.1. Modulación analógica. Datos digitales, señales analógicas.
 - 3.1.1. Modulación por desplazamiento de amplitud.
 - 3.1.2. Modulación por desplazamiento de frecuencia.
 - 3.1.3. Modulación por desplazamiento de fase.
 - 3.2. Modulación digital. Datos analógicos, señales digitales.
 - 3.2.1. Modulación por codificación de impulsos.
 - 3.2.2. Modulación Delta.
4. Multiplexación.
 - 4.1. Multiplexación por división en frecuencias.
 - 4.2. Multiplexación por división en el tiempo.
5. Tipos de transmisión.

- Bloque II. Tema 5. Medios de Transmisión

1. Introducción.
2. Medios de transmisión guiados.
 - 2.1. Cables eléctricos.
 - 2.1.1. Par paralelo.
 - 2.1.2. Par trenzado.
 - 2.1.3. Cable coaxial.
 - 2.2. Fibra óptica.
 - 2.2.1. Fibras multimodo.
 - 2.2.2. Fibras de índice gradual.
 - 2.2.3. Fibras monomodo.
3. Transmisión inalámbrica.
 - 3.1. Microondas terrestres.
 - 3.2. Microondas por satélite.

- Bloque III. Tema 6. Diseño del nivel de enlace y Control de errores

1. Introducción. Funciones y servicios de la capa de enlace.
2. Estructuración de mensajes en tramas.
3. Direccionamiento.
4. Control de errores.
 - 4.1. Detección de errores.
 - 4.2. Corrección de errores.

- Bloque III. Tema 7. Control de flujo en el nivel de enlace

1. Introducción.
2. Protocolos de parada y espera.
 - 2.1. Parada y espera unidireccional.

- 2.2. Parada y espera bidireccional.
 - 3. Protocolos de ventana deslizante.
 - 3.1. Ventana deslizante de un bit.
 - 3.2. Ventana deslizante de envío continuo.
 - 4. Rendimiento de la transmisión. Cadencia eficaz.
- Bloque III. Tema 8. Protocolos estandarizados del nivel de enlace
 - 1. Introducción.
 - 2. Protocolo HDLC.
 - 2.1 Características.
 - 2.2. Estructura de la trama.
 - 2.3. Funcionamiento.
 - 3. Protocolo PPP.
 - 3.1 Características.
 - 3.2. Estructura de la trama.
 - 3.3. Funcionamiento.
- Bloque IV. Tema 9. Nivel de red
 - 1. Introducción. Funciones del nivel de red.
 - 2. Servicios proporcionados a la capa de transporte.
 - 2.1. Servicios orientados a conexión.
 - 2.2. Servicios no orientados a conexión.
 - 3. Técnicas de conmutación de datos. Organización de la capa de red.
 - 3.1. Conmutación de circuitos.
 - 3.2. Conmutación de paquetes.
- Bloque IV. Tema 10. Encaminamiento y control de la congestión
 - 1. Introducción.
 - 2. Algoritmos de encaminamiento.
 - 2.1. Tipos de algoritmos.
 - 2.2. Inundación.
 - 2.3. Algoritmo de encaminamiento por la trayectoria más corta.
 - 2.4. Algoritmo de encaminamiento por vector de distancia.
 - 2.5. Algoritmo de encaminamiento por estado del enlace.
 - 2.6. Algoritmo de encaminamiento jerárquico.
 - 3. Algoritmos de control de la congestión.
 - 3.1. Control de admisión.
 - 3.2. Paquetes de estrangulamiento.
- Bloque V. Tema 11. Diseño y funciones de la capa de transporte
 - 1. Introducción.
 - 2. Servicios proporcionados a capas superiores.
 - 3. Protocolo de transporte sobre un servicio de red fiable.
 - 3.1. Direccionamiento.

- 3.2. Multiplexación.
- 3.3. Control de flujo.
- 3.4. Establecimiento y cierre de la conexión.
- 4. Protocolo de transporte sobre un servicio de red no fiable.
 - 4.1. Transporte ordenado, retransmisión y detección de duplicados.
 - 4.2. Control de flujo.
 - 4.3. Establecimiento y cierre de la conexión.
- **Bloque V. Tema 12. Otros nivel OSI. Seguridad en la red**
 - 1. Introducción.
 - 2. Funciones de las capas superiores
 - 2.1. Seguridad en la red.
 - 2.2.1. Seguridad en el canal.
 - 2.2.2. Seguridad de acceso.

5. Metodología y estrategias de aprendizaje

5.1. Metodología docente

La metodología didáctica propuesta para la enseñanza universitaria de las asignaturas objeto de esta guía está basada en el modelo de crédito europeo ECTS. Teniendo en cuenta que estos créditos representan las horas de lección magistral, trabajos prácticos, seminarios, periodos de prácticas, trabajo de campo, trabajo personal (en biblioteca o en domicilio), así como los exámenes u otros posibles métodos de evaluación, habrá que adecuar la metodología docente al estudiante. El trabajo del profesor es muy relevante para ayudar al alumno en su formación. Es importante poner de manifiesto que, en esta propuesta no se altera la dedicación actual del profesorado, al contrario, se incentiva su labor. Entre esta labor destacaremos:

- Clases teóricas.
- Clases de problemas.
- Clases prácticas de laboratorio.
- Nuevo sistema de tutorías.

A continuación se analizarán cada una de estas formas didácticas.

5.1.1. Clases teóricas

Las clases de teoría deben entenderse como un encuentro del alumno con los contenidos de la asignatura, durante el cual el estudiante tiene que lograr conocer y comprender dichos contenidos. El profesor es el encargado de su transmisión, pero ha de superar con eficacia didáctica la simple emisión de contenidos, en el sentido de facilitar y conducir al alumno a la comprensión de los mismos.

En la Universidad, el tipo de clase teórica que suele utilizarse es aquella en la que el profesor, expone durante un tiempo determinado, una lección frente a un auditorio. La transmisión es oral y unidireccional. La receptividad es la característica fundamental del alumnado. Por lo general,

el extenso uso que se hace de la lección magistral se debe a la rapidez y sencillez para la transmisión de conocimientos, pese a sus conocidos inconvenientes (masificación, escasa motivación, pasividad del alumnado, etc.)

Por otra parte, a veces es aconsejable el desarrollo exhaustivo de un tema en el aula, pero en ciertas ocasiones llega a ser un desajuste didáctico el reproducir en clase temas, lecciones, deducciones, demostraciones e incluso problemas, que están contenidos en textos, notas o apuntes editados o que pudieran ser entregados a los alumnos en forma de notas expresamente preparadas por el profesor. La preparación de dichas cuestiones, así como su exposición detallada en el aula, supone en ocasiones un gran esfuerzo que pudiera ser a menudo más rentable si se dedicara a aclarar puntos oscuros encontrados por los alumnos en el estudio de esos temas y a preparar actividades complementarias que amplíen los conocimientos y su comprensión. Además, el desmenuzar íntegramente los contenidos en clase refuerza la actitud pasiva de los alumnos, algo que, pedagógicamente, no es deseable.

5.1.2. Clases de problemas

En un contexto académico el término problema hace referencia a un ejercicio, por lo general numérico, que supone hallar, determinar o calcular algo sobre la base de una situación que se describe suficientemente en el enunciado del problema. Con la resolución de problemas se facilita la comprensión de un concepto o una ley. De aquí la importancia de las clases de problemas, pues es en ellas en las que se comprueba si el alumno ha asimilado realmente los conocimientos teóricos que se les han impartido.

La resolución de un problema es, en esencia, una secuencia o sucesión de acciones y operaciones que, partiendo de la información disponible permite responder completamente a las preguntas o incógnitas planteadas en el enunciado y alcanzar el propósito o meta de dicho problema.

Otro aspecto importante es que el alumno haya intentando previamente de forma individual la resolución del problema, lo que potenciará los conocimientos, al efectuar el contraste entre sus resultados y los obtenidos en la resolución de clase.

Además de los problemas y ejercicios efectuados en clase, se deben proponer algunos más para su realización a nivel individual en horas de docencia no presencial.

5.1.3 Clases prácticas de laboratorio

El laboratorio ha sido siempre una característica inseparable de la enseñanza de las Ciencias Experimentales y, en particular, desempeña un papel importante en la formación de ingenieros. Otras razones para llevar al alumno al laboratorio son de tipo didáctico, pues pasa por ser un método fundamental y eficaz de aprendizaje, y complementa a las clases de teoría y problemas en el logro de los objetivos propuestos. Será aquí donde el alumno encuentre el nexo de unión entre lo estudiado en los libros.

Estas clases prácticas introducen al alumno en el “Método Científico”, debido al carácter de la asignatura. De todas las etapas del método científico las clases de prácticas se centran en la observación, en el análisis y clasificación de datos, en la evaluación de resultados y en la comparación con las predicciones de la teoría.

El conjunto de prácticas propuestas deben tener por objetivo el ilustrar los resultados obtenidos en las clases teóricas, así como familiarizar al alumno con el manejo de instrumentos y equipos empleados en situaciones reales. Es por esto que en este caso es el propio alumno el protagonista, y como tal debe sentirse.

5.1.4. Nuevo sistema de tutorías

Como no podía ser de otro modo, la enseñanza mediante el sistema de créditos europeos ECTS supone una reorganización del concepto de tutorías. Este hecho es debido, principalmente, a la mayor flexibilidad que se produce en el proceso de aprendizaje, y además consecuentemente, esta mayor flexibilidad supondrá que el alumno deberá aprender a trabajar de forma autónoma. De ahí, que el tiempo y la forma de tutorización tiene que estar enfocada a orientar y supervisar ese proceso de aprendizaje del estudiante. Se trata de realizar un seguimiento más personal del alumno, guiando su estudio y proponiéndole nuevas fórmulas de autoaprendizaje. El Campus Virtual de la Universidad de Alicante facilita al profesor nuevos canales de comunicación para llevar a cabo este nuevo modelo de tutoría. Entre estos canales se pueden destacar los debates virtuales, foros, así como el depositar multitud de material adicional respecto al que se facilita en clase, como test, problemas, etc. En el apartado 6.3 se trata más ampliamente este concepto.

5.2 Estrategias de aprendizaje

Se pueden realizar algunas reflexiones acerca de como plantear el proceso enseñanza-aprendizaje en el nuevo marco de educación superior. Ahora debe ser un proceso activo en el cual el alumno participa y no se limita a tomar apuntes. Un proceso en que el alumno se encuentre motivado para reflexionar y adquirir conocimiento.

En todo proceso de enseñanza tradicional se pueden considerar cinco etapas primordiales: formulación de objetivos, elección de contenidos, selección de actividades, ejecución de la docencia, y evaluación. Todas ellas están relacionadas según el esquema de la figura 1.

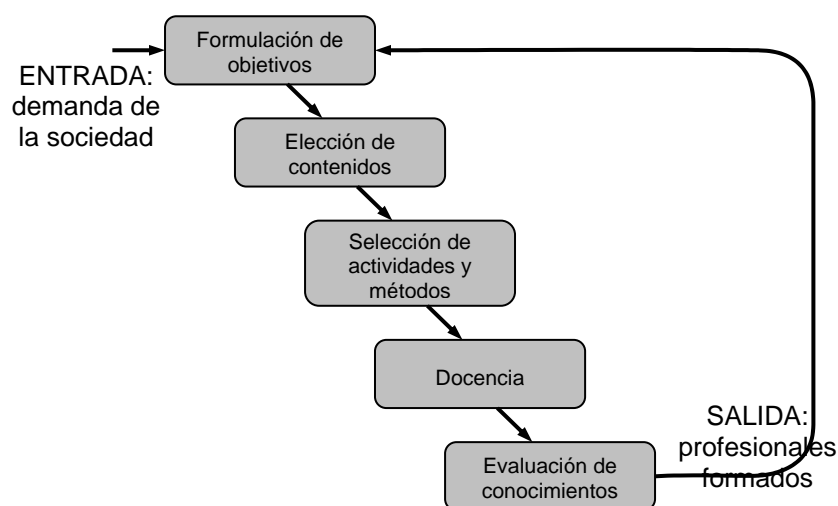


Figura 1. Proceso de enseñanza-aprendizaje tradicional.

Para la primera etapa, la formulación de objetivos, se deben considerar tanto el tipo de personas que se está formando (salidas) como las necesidades, conocimientos e intereses que demanda la sociedad (entradas). Los objetivos permiten programar los contenidos de las materias a impartir en una segunda etapa. Seguidamente, se debe establecer los procedimientos y recursos para llevar a cabo los contenidos, para luego aplicarlos en la etapa de docencia. Finalmente, en la quinta etapa, debe evaluarse, además de la calidad de los profesionales formados, la calidad del proceso de enseñanza, es decir, el grado en que las cinco etapas se desarrollaron satisfactoriamente.

Al proceso de enseñanza anterior, se pueden añadir actividades complementarias que incluyen seminarios, conferencias, visitas, etc, como una buena herramienta para completar el conocimiento del alumno. Aunque, sin lugar a dudas, consideramos el Campus Virtual de la Universidad de Alicante como un nuevo modelo de enseñanza que aumenta la interacción entre profesor y estudiante, y que permite nuevas estrategias de autoaprendizaje. Los tests de autoevaluación, por ejemplo permiten al alumno comprobar sus conocimientos en cualquier momento. Los ejercicios y demás trabajos propuestos, y que el alumno descarga de la red también conforman un soporte adicional al tradicional apunte de clase.

También, y como trabajo complementario puede resultar interesante que el alumno participe en proyectos de investigación en equipo, como es la elaboración de material didáctico empleando nuevas tecnologías como son las páginas web. La simulación de algoritmos en formato visual es una de las posibilidades que ofrecen las herramientas basadas en lenguaje HTML. Este tipo de trabajos que, mientras se elaboran ayudan a asimilar contenidos trabajando en equipo, sirven en el curso siguiente a los alumnos como complemento docente.

6. Plan de trabajo de los alumnos

De acuerdo a la metodología empleada y comentada en el apartado 5, la enseñanza presencial se estructura en clases teóricas, clases de problemas y de laboratorio. La enseñanza no presencial se plantea como un conjunto de actividades propuestas a los alumnos entre las que cabe destacar los trabajos autónomos o cooperativos basados en proyectos de investigación y documentación, trabajo de laboratorio y resolución de problemas optativos.

En el sistema actual, las asignaturas de Redes de Computadores constan de 7.5 créditos (4.5 prácticos +3 teóricos) lo que supone un total de 75 horas lectivas durante el cuatrimestre en el que se imparte. Tal y como se comentó en el apartado de introducción de este estudio, el crédito europeo debe englobar el tiempo de exposición de los contenidos, de comprensión de éstos por parte del estudiante y la realización de actividades complementarias propuestas. En las recomendaciones actuales para estudios de ciencias, el esfuerzo de 1 hora de exposición teórica supone aproximadamente 2 horas de comprensión por parte del alumno; por lo tanto, 30 horas teóricas equivaldrían en ECTS a una dedicación de 90 horas. En estas mismas recomendaciones, 1 hora de exposición de clases prácticas, entre las que se incluyen las clases de problemas y de laboratorio, supondría 1 hora adicional de estudio. De esta manera, 45 horas prácticas se convertirían en unas 90 horas reales de trabajo. Sumando el esfuerzo real para asimilar los conceptos teóricos y adquirir destrezas prácticas en las asignaturas de Redes de Computadores se obtiene un total de 180 horas.

El modelo y estructura de los estudios de grado para la nueva titulación de “Ingeniería en Informática ETCS” constará de 240 créditos ETCS organizados en 4 cursos, es decir 60 créditos por curso, donde la hora del crédito equivaldrá en las enseñanzas de ciencias o técnicas a unas 30 horas, se disponen de unas 1800 horas por curso. De ahí que la asignatura de Redes de Computadores, tal y como se planifica, supondría el 10% de la carga de ETCS de un curso académico. En términos de créditos ETCS tendría un valor aproximadamente de 10 créditos

Actualmente, un cuatrimestre cuenta con 16 semanas, de las cuales 15 son semanas lectivas útiles. Si la asignatura consta de 180 horas totales, éstas se deberían distribuir en 12 horas semanales (6 para teoría y 6 para prácticas). En la Tabla 2 se detallan las horas por semana destinadas a la enseñanza y aprendizaje de la asignatura en modelo ECTS.

	Teoría (1h presencial +2h estudio)	Práctica Problemas y Laboratorio (1h presencial + 1h estudio)
Horas totales	90 horas	90 horas
Horas semanales	6 horas	6 horas
Horas de clase semanales	2 horas	4 horas

Tabla 2. Distribución temporal de la asignatura de Redes de Computadores en modelo ETCS.

A partir de la planificación anterior es posible distribuir las horas de la asignatura en los diferentes bloques en los que se divide, tal y como se aprecia en la Tabla 3.

Bloques	Porcentaje	Horas clase	Horas Trabajo alumno	Horas correspondencia ECTS
Bloque I	30%	9	18	27
Bloque II	22%	6.5	13.3	19.8
Bloque III	22%	6.5	13.3	19.8
Bloque IV	15%	4.5	9	13.5
Bloque V	11%	3.5	6.9	9.9
TOTAL	100%	30	60	90

Tabla 3. Contenidos teóricos de la asignatura de Redes de Computadores en modelo ECTS.

6.1 Enseñanza presencial

Las clases teóricas, de problemas y de laboratorio construyen el núcleo del proceso formativo y de aprendizaje del alumno desde el punto de vista presencial. Sin olvidar que, aunque teoría, problemas y laboratorio parecen estar ligados siempre a la enseñanza presencial no tiene porque ser así. De hecho, se puede adoptar un nuevo enfoque que permita que parte de la formación de laboratorio y de problemas recaiga con un determinado peso en las horas destinadas a enseñanza no presencial, como se comentará más adelante.

La enseñanza presencial teórica está enfocada principalmente a exposiciones, por parte del profesor, de las lecciones que abarcan los contenidos que se pretende dar a conocer al estudiante (ver punto 5). La enseñanza práctica presencial viene determinada por el desarrollo de una serie de experimentos, en el laboratorio, sobre los que se facilita al alumno una breve explicación y una documentación práctica explicativa.

Se proponen cinco prácticas. De cada una de las cuales se facilita un enunciado dónde se detalla la topología del laboratorio (direcciones de los equipos y como se hayan interconectados), objetivos que se persiguen con la práctica, explicación teórica de los comandos, herramientas y conceptos que se necesita conocer o recordar, cuestiones planteadas que el alumno debe ser capaz de contestar durante la realización de la misma y documentación complementaria en el caso de que haya por parte del alumno disposición para adquirir un conjunto más amplio de conocimientos o profundizar en ciertos conceptos.

Cada una de las sesiones prácticas está planificada para que de comienzo cuando se hayan concluido la totalidad de contenidos teóricos que aporten una serie de conocimientos mínimos que permitan abordarlas con ciertas garantías. Además, las sesiones prácticas no sólo afianzan conocimientos expuestos en las sesiones de teoría sino que aportan una formación complementaria. Así, toda sesión práctica conlleva unas explicaciones teóricas en pizarra y una simulación o exposición de las dudas que surgen, así como explicaciones puntuales del profesor con el uso de un cañón proyector conectado al PC del profesor. De modo que la enseñanza práctica presencial está totalmente guiada y tutorizada. En la Tabla 4 se resume la dedicación temporal de cada práctica en la asignatura actual y en la correspondiente en modelo ECTS.

Práctica	Porcentaje	Horas laboratorio	Horas Correspondencia ECTS
I. Fundamentos de transmisión de datos.	10%	4.5	9
II. TCP/IP sobre tecnología Ethernet	25%	11.25	22.5
III. Protocolo de mensajes de control ICMP.	25%	11.25	22.5
IV. Capa de transporte TCP/IP	30%	13.5	27
V. Conexiones seguras HTTPS y SSL	10%	4.5	9
TOTAL	100%	45	90

Tabla 4. Contenidos prácticos de Redes de Computadores en modelo ETCS.

6.2 Enseñanza no presencial

Dentro de la enseñanza no presencial, se proponen distintas actividades que permiten por un lado complementar las clases presenciales (relacionadas con la adquisición de conocimientos); y por otro, la adquisición de destrezas y habilidades (relacionada con la proyección y ámbito laboral) que se alejan un poco del proceso de formación clásico, dónde el alumno es un mero almacén de conocimientos. Vamos a distinguir, por un lado, entre enseñanza no presencial destinada al aprendizaje y entendimiento de los conocimientos impartidos en clases presenciales de teoría, y las enseñanzas prácticas no presenciales, destinadas más a trabajos de experimentales o de laboratorio.

Como parte de la enseñanza no presencial del tipo teórico, además del estudio personal y de biblioteca para comprender y afianzar los contenidos y conocimientos vistos en clase, se realizan otras actividades.

Así, de las 60h no presenciales, se destinan al menos 10h al desarrollo de alguna de las siguientes actividades complementarias. Todas ellas, se realizarían como trabajo cooperativo formando grupos de 3 ó 4 alumnos.

a) Teóricas no presenciales (50 horas + 10 horas):

- Evaluar mediante trabajo de campo en industrias y empresas, o mediante fuentes de información documental (biblioteca, Internet, etc.), empresas e industrias dedicadas al mundo de las redes de computadores, tratando de identificar la actividad y productos que desarrollan, con los conceptos vistos en un determinado bloque temático expuesto en clase teórica presencial.
- Realizar un glosario de términos y conceptos de un bloque temático, relacionando unos con otros. Cada término, tendrá asociado todos aquellos con los que está íntimamente relacionado.
- Exposición y listados bibliográficos sobre temas cuyos contenidos se presentan y abarcan en la asignatura.

- Realización de un esquema o ficha de un tema sobre los conceptos más importantes vistos y expuestos en clase presencial.

b) Prácticas no presenciales (45 horas): Como actividades prácticas no presenciales se plantean varias actividades complementarias a los experimentos realizados en el laboratorio (Tabla 3).

- Desarrollo e implementación de software de algoritmos documentados en clase.
- Realización de problemas de diferentes temáticas o bloques.

Con estas actividades, se pretende potenciar ciertas destrezas de organización, ‘thinking skills’ y de comunicación, ‘action skills’. La educación de todo ingeniero no sólo debe conllevar la adquisición de conocimientos sino también, la adquisición de ciertas destrezas y habilidades que permitan por un lado saber seleccionar y analizar grandes volúmenes de información, y por otro lado, familiarizarse con el trabajo en equipo, la elaboración de materiales (software) e informes divulgativos o científicos.

6.3 Tutorías organizadas

El nuevo sistema de tutorías comentado en el punto 5.1.4 tendrá varios objetivos. Por un lado, servir como ‘feedback’ entre alumno y profesor con la finalidad de orientar el estudio del estudiante, al tiempo que adquiere la conceptualidad de tiempo de consulta de dudas individuales o dudas de grupos de alumnos. Por otro lado, guiar y dirigir los trabajos de los estudiantes ya sean individuales o colectivos.

Para ello, se plantean dos tipos de tutorías, por un lado las tutorías que permitan resolver dudas o aclarar conceptos expuestos en clases presenciales y por otro las tutorías para el guiado y supervisión de trabajos o actividades complementarias.

Las tutorías se llevarán a cabo en unos horarios determinados para ello, previa cita mediante (por ejemplo, mediante un correo electrónico) en la que se exponga claramente los temas a tratar sobre los que se quiere realizar la consulta. La tutoría para aclarar conceptos relacionados con clases presenciales, se puede realizar asistiendo presencialmente el día de la cita o bien, mediante consulta por un medio digital, por ejemplo correo o duda en el Campus Virtual de la Universidad de Alicante. El Campus Virtual se utilizará también como un medio de contacto con los alumnos en el que se expongan las dudas más frecuentes planteadas por los estudiantes a lo largo del curso.

Para la tutorización de trabajos y actividades no presenciales de tipo colectivo, con el objetivo de realizar una guía y supervisión de las actividades que van desarrollando los alumnos, se propone una planificación de una serie de tutorías destinadas a dirigir y encauzar las dudas que puedan surgir en función del trabajo o actividad desarrollada. Es necesario, para su seguimiento que el alumno o alumnos estructuren sus trabajos o actividades en forma de ‘portafolio discente’, teniendo archivado en todo momento, trabajos y consultas realizadas.

Creemos que con la incorporación de los ECTS, el estudiante debe ser consciente de su grado de involucración en su proceso de formación, estando éste en todo momento corresponsabilizado

de dicha formación. Se podría decir que parte del fracaso o éxito en su etapa formativa recae con los ECTS, en un mayor grado, en estudiante; sin que con ello se excluya al docente en el proceso de aprendizaje del alumno.

7. Bibliografía y materiales recomendados para las asignaturas

Considerando que la bibliografía de una asignatura se utiliza tanto en su estudio teórico como experimental, los textos planteados a continuación son aplicables tanto al programa de teoría como a las prácticas de Redes de Computadores. Se detalla bibliografía básica, complementaria, así como otros recursos disponibles en Internet.

7.1. Bibliografía básica

Comer, D. (2000). "Redes Globales de Información con Internet y TCP/IP Vol. 1". 3ª edición. Prentice Hall. Este libro está recomendado como bibliografía de prácticas. En el libro se explican con amplio detalle e ilustraciones el conjunto de protocolos TCP/IP.

Forouzan, B. (2002). "Transmisión de datos y redes de comunicaciones". 2ª ed. McGraw-Hill. Este libro destaca por la claridad en la exposición de los contenidos. Contiene numerosas ilustraciones de los conceptos sobre redes que en él se explican. Abarca la práctica totalidad del temario de la asignatura.

Ortiz, F., Candelas, F., Pomares, J., Gil, P., Crespo, L. (2002). "Prácticas de Redes". Editorial Club Universitario. Este libro conforma el eje central de las prácticas de la asignatura. Elaborado a partir de la experiencia docente en las prácticas de Redes. Esta primera edición realiza una detallada descripción de la tecnología de red local más empleada en la actualidad y los problemas existentes en la transmisión de datos. Incluye, asimismo, numerosos ejercicios de aplicación.

Stallings, W. (2000). "Comunicaciones y Redes de Computadores". 6ª Edición. Prentice Hall. Presenta una buena exposición y secuencia de contenidos. Muy adecuado como bibliografía básica de la parte teórica de la asignatura, sobre todo para los bloques II, III y V.

Tanenbaum, A. (1997). "Redes de Computadoras". 3ª Edición. Prentice-Hall. Este libro, por su claridad de exposición y la secuencia de contenidos, constituye una parte importante de la bibliografía básica de la asignatura. Está especialmente indicado para entender la filosofía del modelo OSI.

Crespo, L, Candelas, F. (1998) "Introducción a TCP/I; Sistemas de Transporte de Datos". Colección Textos Docentes. 2ª Edición. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alicante. Este es un libro complementario para algunas prácticas sobre los protocolos TCP/IP de esta asignatura.

Halsall, F. (1998). "Comunicación de datos, redes de computadores y sistemas abiertos". Addison Wesley, 4ª ed. Se recomienda este libro como complementario. Permite profundizar en los niveles más bajos de la arquitectura de red.

Gil, F. (1995). “Fundamentos analíticos de la redes de computadores”. Publicaciones Universidad de Alicante. Este libro está recomendado a los alumnos que deseen profundizar más en temas relacionados con el rendimiento de las redes. Contiene un amplio estudio de Teoría de Colas.

Black, U. (1999). “Tecnologías emergentes para Redes de Computadoras”. 2ª Edición. Prentice Hall. Este libro trata sobre las más recientes tecnologías para comunicación de datos. Estudia redes como RDSI, Frame Relay, ATM, LANs de alta velocidad o IPv6, además de explicar técnicas como SONET o servicios de banda ancha.

7.2 Bibliografía complementaria

Crespo, L, Candelas, F. (1998) “Introducción a TCP/I; Sistemas de Transporte de Datos”. Colección Textos Docentes. 2ª Edición. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alicante. Este es un libro complementario para algunas prácticas sobre los protocolos TCP/IP de esta asignatura.

Halsall, F. (1998). “Comunicación de datos, redes de computadores y sistemas abiertos”. Addison Wesley, 4ª ed. Se recomienda este libro como complementario. Permite profundizar en los niveles más bajos de la arquitectura de red.

Gil, F. (1995). “Fundamentos analíticos de la redes de computadores”. Publicaciones Universidad de Alicante. Este libro está recomendado a los alumnos que deseen profundizar más en temas relacionados con el rendimiento de las redes. Contiene un amplio estudio de Teoría de Colas.

Black, U. (1999). “Tecnologías emergentes para Redes de Computadoras”. 2ª Edición. Prentice Hall. Este libro trata sobre las más recientes tecnologías para comunicación de datos. Estudia redes como RDSI, Frame Relay, ATM, LANs de alta velocidad o IPv6, además de explicar técnicas como SONET o servicios de banda ancha.

7.3. Otros recursos

Entre otros recursos, se pueden destacar diferentes direcciones de Internet sobre tecnologías, organizaciones y normativas:

<http://www.itu.int/home/index.html>.

ITU-T (International Telecommunication Union, Telecommunication Standardization Sector). Normativa sobre telecomunicaciones, incluyendo estándares como las series V para módems o las I de RDSI.

<http://www.faqs.org/rfcs/>.

Archivo sobre las RFCs y estándares de Internet, donde se puede encontrar todo sobre el funcionamiento de los protocolos.

<http://www.ietf.org/>.

Página del IETF (Internet Engineering Task Force), organización encargada de la evolución de Internet. Es un buen sitio para buscar las RFC de Internet.

<http://playground.Sun.COM/ipng/ipng-main.html>.

Información sobre todo lo relativo a la nueva generación del protocolo de red IP para Internet: IPv6.

<http://www.rfc-es.org>.

Página de desarrollo del grupo RFC-ES, dedicado a la traducción de RFCs al castellano. Las RFCs (Request For Comments) son las recomendaciones y estándares aplicados a Internet.

<http://www.w3.org/>.

World Wide Web Consortium. Desarrolla los estándares de la WWW (World Wide Web).

8. Evaluación de los aprendizajes

Puede decirse que *«la evaluación consiste en conseguir indicadores numéricos, obtenidos por medio de escalas o cualquier técnica formalizada que aportando descripciones sobre hechos o comportamientos, individuales o colectivos, nos permiten inducir juicios comparativos fiables»*.

En la evaluación del trabajo del alumno deben entrar multitud de factores que normalmente no se tienen en cuenta. Aunque en muchas ocasiones sólo se pone el acento en el clásico “lo sabe”, “no lo sabe”, la realidad es mucho más compleja, pues en ocasiones no se trata de que el alumno “sepa” o “no sepa”, sino que adquiera las habilidades y hábitos para estar en condiciones de llegar a saber, y poder desarrollar su actividad profesional adecuadamente. Por todo ello, una evaluación del trabajo conjunto profesor-alumno habría de basarse en la consideración de una serie de aspectos, sin que tengan prioridad unos sobre otros, entre los que pueden citarse los siguientes:

- Conocimientos adquiridos.
- Capacidad de razonamiento.
- Habilidad para la resolución de situaciones particulares.
- Atención en clase.
- Capacidad de análisis y síntesis.
- Expresión oral, escrita y gráfica.
- Capacidad de observación.
- Capacidad de redactar informes.
- Trabajo personal.
- Inquietud científica.
- Habilidad manipulativa.

Es fácil comprobar que la elaboración de unos criterios de evaluación es una tarea compleja, siempre abierta a la discusión. Sin embargo, y dado el número de alumnos de actuales de las

asignaturas de ‘Redes’, resulta imposible tomar en consideración todos y cada uno de los puntos antes reseñados. Pese al inconveniente de la masificación, resulta imprescindible que en la evaluación del alumno se tengan en cuenta todos los componentes que constituyen la asignatura. Por tanto, se hace necesario evaluar la teoría, los problemas, las prácticas de laboratorio y el resto de actividades. Asimismo, y en la medida de lo posible, debe tenerse en cuenta el conocimiento directo que se tenga del alumno (actitud y participación en las clases, asistencia a tutorías, etc.) más bien como ayuda a aquellos alumnos con una actitud positiva ante la asignatura

Para llevar a cabo la evaluación del alumno es posible considerar cuatro etapas:

- Partir de los objetivos educativos perseguidos.
- Elaborar y aplicar instrumentos de medida (exámenes, prácticas de laboratorio, etc.).
- Interpretar los datos obtenidos de acuerdo con una serie de criterios fijados.
- Formular un juicio y tomar una decisión.

8.1 Sistemas de evaluación

Para evaluar los aprendizajes de los alumnos, en primer lugar, creemos que es importante distinguir dos tipos de aprendizaje que siendo distintos requieren modelos de evaluación diferentes, son el aprendizaje que se podría denominar autónomo (requiere únicamente iniciativa del estudiante) y el aprendizaje socializado (requiere trabajo en equipo).

El aprendizaje autónomo requiere cierta iniciativa por parte del estudiante, además de un nivel importante de autonomía y corresponsabilidad para que con este se alcancen algunas de las habilidades y destrezas que se exigen.

De ahí que sea importante destacar que cada tipo de actividad planteada requiere un sistema y unos criterios de evaluación distintos, en función de si se usa un aprendizaje autónomo o socializado.

8.1.1 Evaluación de la teoría

Para la evaluación de la teoría se propone una prueba objetiva, es decir, un “test” con diferentes opciones como respuesta y de las que sólo una es válida. Por otro lado, se acompaña al test con varios supuestos prácticos tipo problemas sobre aplicación de algoritmos vistos en clase. Si esta prueba se prepara concienzudamente, lo cual no suele ser fácil, puede dar una idea sobre los siguientes aspectos:

- Conocimientos adquiridos.
- Identificar problemas y situaciones.
- Capacidad de razonamiento.
- Capacidad para el análisis y síntesis.
- Atención en clase.

- Trabajo personal.

Para evaluar las actividades complementarias, como son los trabajos cooperativos, se opta por un sistema de evaluación distinto, precisando un mayor esfuerzo por parte del profesor al tener que realizar un seguimiento continuado del desarrollo del trabajo, de ahí la importancia que cada alumno mantenga su propio portafolio discente. En esta evaluación se tendrá en cuenta:

- Capacidad de observación.
- Capacidad de razonamiento.
- Expresión escrita y gráfica.
- Habilidad de exposición.
- Capacidad de redactar informes.
- Capacidad organizativa y de planificación.
- Demostración de nuevas ideas e iniciativa.
- Trabajo en equipo.

8.1.2 Evaluación de las prácticas

En lo referente a las prácticas, el alumno de forma individual conforme va experimentando en el laboratorio debe ir rellenando una pequeña memoria explicativa, contestando a las cuestiones que se le plantean en el enunciado. Esta memoria le será de utilidad para tener organizados los datos y conclusiones de los experimentos y poder estudiarlos o repasarlos en las horas de trabajo personal (horas no presenciales). Además, en la última sesión de clase correspondiente a cada práctica, se realizará un pequeño cuestionario de conocimientos y destreza práctica (de 1 hora de duración), que el alumno habrá que responder utilizando el PC y las herramientas y comandos de red que se le han facilitado y expuesto en las sesiones anteriores, sin la ayuda de profesor, compañeros o apuntes y memoria de experimentos que había completado previamente.

Se realizarán cinco cuestionarios de conocimientos y destrezas prácticas. En estos controles, de una duración aproximada de una hora, se plantearán cuestiones sobre casos prácticos similares a los propuestos en los ejercicios de cada práctica y que el alumno debe ser capaz de resolver para demostrar el grado de aprovechamiento y asimilación de las sesiones prácticas a las que acude.

Para evaluar las actividades complementarias prácticas, como desarrollo software de algoritmos concretos, se chequea el software en presencia del profesor para ver su correcto funcionamiento, y se hace un cuestionario oral de conceptos ligados al diseño y la implementación de estos, que los alumnos que lo han elaborado irán contestando de forma dialogada con el profesor.

8.2 Criterios de evaluación

Con cada una de las diferentes pruebas de evaluación, para cada una de las distintas actividades se pretende determinar en que medida el alumno ha alcanzado los objetivos buscados desde el punto de vista conceptual y de contenidos; y si además, ha adquirido o ha potenciado otra serie de habilidades propias de un futuro ingeniero dedicado al campo de las Redes de computadores. Para interpretar el nivel de madurez en el aprendizaje de la asignatura alcanzado por cada estudiante hemos hecho especial hincapié en las siguientes variables de medida. Todas ellas, se exponen en la Tabla 5, indicando a que tipo de actividad se aplica y asignando un valor entre 1 y 5 (de menos a más) en función de la prioridad que se le otorga.

Criterio	Examen Teoría (cuestionario)	Examen Teoría (problemas)	Trabajo de campo	Experimentos de Laboratorio (cuestionario)	Desarrollo software
Errores conceptuales	5	4	3	5	4
Errores de Cálculo.	5	3	1	4	5
Claridad de exposición	1	3	5	3	3
Capacidad de razonamiento	5	5	3	4	3
Participación	1	2	5	4	3
Capacidad de análisis y síntesis	4	5	3	3	5
Capacidad de organización y planificación	1	1	5	3	5
Atención y memoria	5	3	1	3	1
Iniciativa	1	1	5	3	5

Tabla 5. Pruebas de evaluación y prioridad asignada

9. Evaluación del proceso docente

La mejora de la calidad del sistema universitario es una pieza clave sobre la que pivota la construcción del Espacio Europeo de Educación Superior. La Ley Orgánica de Universidades reconoce como uno de sus objetivos básicos la mejora de la calidad del sistema universitario en su conjunto y en todas y cada una de sus vertientes. En este sentido, la evaluación del proceso docente permite obtener información que será empleada para medir el grado de cumplimiento de los objetivos marcados al inicio del curso y, en definitiva, en la calidad del proceso docente.

Es una preocupación de todas las Universidades que sus profesores tengan las mejores credenciales y también que tengan las habilidades suficientes para transmitir sus conocimientos a los alumnos. Es común, que profesores con mucha experiencia profesional y excelentemente preparados académicamente tengan mucha dificultad para enseñar, convirtiendo sus clases en

verdaderas pesadillas para los alumnos, lo que provoca que éstos le resten el mérito que tiene como profesionalista y lo cataloguen como un mal profesor.

Con esta preocupación surgen en las diferentes universidades instrumentos de medición de la actividad docente, desde observaciones por parte de los superiores del desempeño del profesor en el aula hasta las encuestas de opinión de los alumnos sobre sus profesores. Esta última es la más utilizada por las instituciones hoy en día.

El diseño de un proceso de evaluación docente que permita obtener información objetiva sobre el desempeño de sus profesores no es tarea fácil ya que son muchas interrogantes las que se deben de contestar, tales como: ¿Qué es lo importante de la actividad docente que se debe de evaluar? ¿Cómo se deben de interpretar los resultados obtenidos? ¿Qué se espera que haga el profesor con los resultados? ¿Qué papel va a tener la administración de la institución ante los resultados obtenidos? ¿Qué compromisos se deben de establecer?, no es tarea sencilla dar respuesta a esas preguntas, lo que sí queda claro es que las universidades en general deben de tener un instrumento que mida la actividad docente y sobre todo que permita la mejora continua del profesorado con la finalidad de alcanzar la calidad académica necesaria.

El papel del profesor en este proceso de evaluación es crucial, un profesor debe de tener una actitud de autocrítica para que pueda, a través de los resultados obtenidos en la encuesta, llevar a cabo un proceso de reflexión sobre su actividad docente, determinar sus fortalezas y sus debilidades y con base en esta reflexión establecer un proceso de mejora continua que le permita alcanzar la excelencia. La participación de las autoridades escolares así como de los jefes directos del profesor es básica en este proceso, ya que serán los facilitadores de las condiciones necesarias para que, como resultado del mismo, se logre lo esperado por la Universidad y los alumnos.

El crear una cultura de evaluación en las instituciones educativas no es tarea sencilla y sobre todo en aquéllas que apenas comienzan a aplicar estos mecanismos, pero la necesidad de sobrevivir ante la competencia creciente cada día nos lleva a buscar la mejor manera de aplicarlos manteniendo el objetivo de manera clara: la mejora continua del proceso de enseñanza – aprendizaje.

9.1 Valoración de los alumnos

Uno de los criterios a tener en cuenta en la evaluación del proceso docente es la valoración de los alumnos. Es un dato importante pues refleja como perciben los estudiantes la metodología docente que se les aplica. En la Universidad de Alicante se realizan desde hace años (a petición de los profesores) diferentes encuestas a los alumnos sobre la docencia recibida. Esta información es tomada en cuenta generalmente por el profesor para mejorar la forma de impartir clase. Consideramos que la valoración de los alumnos es pieza imprescindible en la implantación del nuevo sistema europeo de créditos.

Entre los indicadores a valorar por los alumnos se pueden destacar los siguientes:

- El profesor explica la asignatura de manera sistemática y clara.
- El profesor intenta hacer interesante su asignatura.
- El profesor se esfuerza para que el alumno aprenda.
- Los materiales utilizados por el profesor ayudan a la comprensión de la asignatura.

9.2 Valoración del profesorado y decisiones de cambio

Si la valoración del alumno es importante a la hora de diseñar y mejorar estrategias de enseñanza también resulta relevante el concepto que el propio profesorado tiene sobre el modelo que está aplicando. Es evidente que una imposición de criterios al profesorado por los órganos competentes (ministerios, consellerías o rectorados de universidades) sin tener en cuenta la opinión de los docentes no ofrecerá resultados totalmente satisfactorios.

Las decisiones de cambio en el proceso metodológico serán fruto de las opiniones que vayan surgiendo por parte de todos los docentes de cada área de conocimiento. En cada una de ellas se deberán establecer criterios adecuados válidos para todas las universidades que permitan variar el proceso de implantación de los créditos ECTS según la valoración del profesorado.

Referencias

- [1] “Diseño de un nuevo plan de estudios para Ingeniería Informática (Borrador)”. Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación. 2004.
- [2] “Espacio Europeo de Educación Superior – Universidad de Alicante”. Disponible *online* en [Http://eee.ua.es](http://eee.ua.es).
- [3] “Plan de Estudios de Informática 2001”. Universidad de Alicante. BOE 25/09/2001.
- [4] “Programa de convergencia europea. El crédito europeo”. Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación. 2003.
- [5] P. Gil, “Proyecto Docente de Redes Computadores”. Universidad de Alicante. 2002.
- [6] J. López. “Evaluación Educativa”. Psicología Educativa, Vol.2. U.N.E.D. Madrid, 1985.
- [7] A. Medina. “El sistema metodológico del profesorado: integración metodológica”. U.N.E.D. 2002.
- [8] F. Ortiz, “Proyecto Docente de Redes de Computadores”. Universidad de Alicante. 2002.
- [9] R. Pagani, J. Gonzalez, “El crédito europeo y el sistema educativo español. Informe técnico”. Informe técnico. Ministerio de Educación. 2002.
- [10] M. Rico, C. Rico, “El Portfolio Discente”. Instituto de Ciencias de la Educación. Universidad de Alicante. Serie Docencia Universitaria. Ed. Marfil. 2004.
- [11] M. Rodriguez, “Evaluación docente: reto en la Universidad”. Disponible *online* en Terra Networks.